

空間統計モデルの構造決定に関する理論・実証研究

著者	瀬谷 創
内容記述	筑波大学博士（工学）学位論文・平成25年3月25日 授与（甲第6431号）
発行年	2013
URL	http://hdl.handle.net/2241/119843

氏 名 (本籍)	瀬 谷 創 (茨 城 県)
学 位 の 種 類	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	博 甲 第 6431 号
学位授与年月日	平成 25 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
審 査 研 究 科	システム情報工学研究科
学 位 論 文 題 目	空間統計モデルの構造決定に関する理論・実証研究
主 査	筑波大学教授 工学博士 石 田 東 生
副 査	筑波大学教授 学術博士 大 澤 義 明
副 査	筑波大学教授 農学博士 吉 野 邦 彦
副 査	筑波大学准教授 博士 (経済学) 太久保 正 勝
副 査	筑波大学准教授 博士 (工学) 堤 盛 人

論 文 の 内 容 の 要 旨

本論文は、近年発展のめざましい空間統計学の分野において、研究が希薄でかつ分析者の裁量による部分が未だ大きい空間統計モデルの構造決定に着目し、これを支援するための情報として既往研究を体系的に整理するとともに、それに基づき必要なモデルや計算アルゴリズムの開発を行ったものである。

本論文は、以下の全 8 章で構成されている。

第 1 章では研究の背景と目的について述べている。

続く第 2 章においては、本研究が依拠する空間統計学の理論のうち、特にそれ以降の章に関連するクロスセクションにおける空間回帰モデルに関し具体的なパラメータ推定法等と共に、本論文と関連の深い土木計画・地域科学分野に関連した実証研究を詳細にレビューしている。

続いて第 3 章では、空間統計モデルのモデル構造を体系的に整理し、空間内挿という観点から、その予測力を実際のデータを用いて実証的に比較している。

第 4 章では、データの質の問題の観点から、small number problem と呼ばれる問題に着目した実証比較を行い、空間統計学の一部とも位置付けられる空間疫学の手法が、他の計画分野における small number problem にも応用可能な有用な手法となり得ることを実証的に示すとともに、コーホート法を用いた小地域における人口推計が、空間疫学の観点から体系的に整理可能であることを示している。

第 5 章並びに第 6 章では、第 3 章と第 4 章で示したような方法により、モデル集合および関数形が与えられていると仮定した下で、空間統計モデルの特定化を行う方法論を提示している。関数形を所与とした回帰モデルにおけるモデル特定化の方法としては、大別して、モデル選択とモデル平均化という二つのアプローチが知られている。まず第 5 章では、Magnus らによって最近提案されたモデル平均化アプローチである、weighted-average least squares (WALS) を応用することで、空間的自己相関と多重共線性の問題に悩まされることの多い空間データにも適用可能で、なおかつ高速なモデル平均化手法の開発を行っている。これに対し、第 6 章ではモデル選択の問題に取り組んでおり、空間計量経済学のモデリングにおける極めて重要な問題である空間重み行列の特定化の問題に対して、Brooks らによる trans-dimensional simulated annealing

(TDSA) アルゴリズムを応用することで、説明変数と空間重み行列の自動選択を行うアルゴリズムを開発している。

第7章では、データの質の問題の観点から、不動産データを対象とし、不完全（欠損）データの問題を扱い、Knight らの手法を地球統計モデルの枠組みに拡張し、データの空間的自己相関を考慮しながら、従属変数と説明変数の欠損両方に対処可能な不動産データの復元手法を提案している。

最後に第8章では、本論文を総括し、今後の研究課題についてその方向性ととともに論じている。

審 査 の 結 果 の 要 旨

近年発展の著しい空間統計学の分野において、その実用化を進める上で、空間統計モデルの構造決定の問題は非常に重要であり、この点に着目して既往研究を体系的に整理するとともに、それに基づき新たなモデルや計算アルゴリズムの開発を行った意義は大きい。第2章から第4章までに既往研究の整理は、学術的興味はもちろんのこと、実務への還元を強く意識してそれぞれ独自の視点で行われており、併せて示されている実証比較も実務的示唆に富むものである。さらに、第5章から第7章で開発されたモデリング技法は、いずれも高度な統計学的な知見に基づく独創性の高いものであり、モデルを実際に適用した結果からその有用性も確認されている。

論文全体及び各章の論旨は明快であり、博士論文の水準に十分達していると判断される。

平成25年1月24日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。